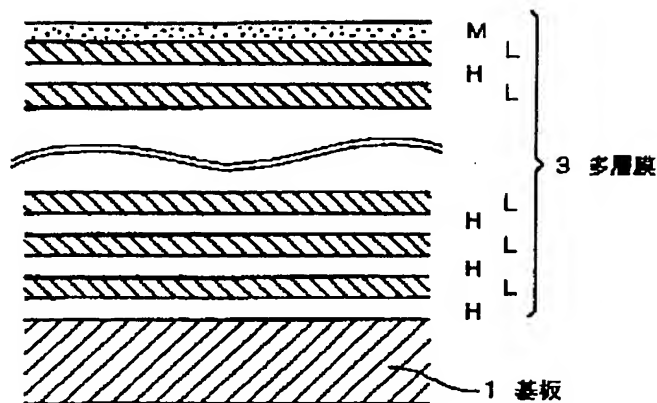


# Patent Abstracts of Japan

TITLE : INFRARED RAY TRANSMITTING  
FILTER AND ITS PRODUCTION  
METHOD



**SOLUTION:** High refractive index films H of amorphous Si and low refractive index films L of SiO<sub>2</sub> are alternately laminated on a substrate 1 of a ceramic, glass or the like to form a multilayer film 3, e.g. comprising 13 layers and a metal oxide film M of Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> having a refractive index between the refractive indexes of the films H and L is formed as the outermost layer to obtain the objective IR transmitting filter. The films H and L are alternately formed by vacuum deposition. Dipping, sputtering or ion plating may be applied as the deposition method. The outermost layer is similarly formed.

**BEST AVAILABLE COPY**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-66424

(P2001-66424A)

(43) 公開日 平成13年3月16日 (2001.3.16)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 2 B 5/28

識別記号

F I

G 0 2 B 5/28

テ-マ-ト\* (参考)

2 H 0 4 8

審査請求 有 請求項の数10 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-243428

(22) 出願日 平成11年8月30日 (1999.8.30)

(71) 出願人 000002303

スタンレー電気株式会社

東京都目黒区中目黒2丁目9番13号

(72) 発明者 坂本 博信

神奈川県横浜市青葉区荏田西1-3-1

(72) 発明者 小谷 泰司

神奈川県横浜市青葉区荏田西1-3-1

(74) 代理人 100066061

弁理士 丹羽 宏之 (外1名)

Fターム(参考) 2H048 GA07 GA18 GA28 GA46 GA60

GA61

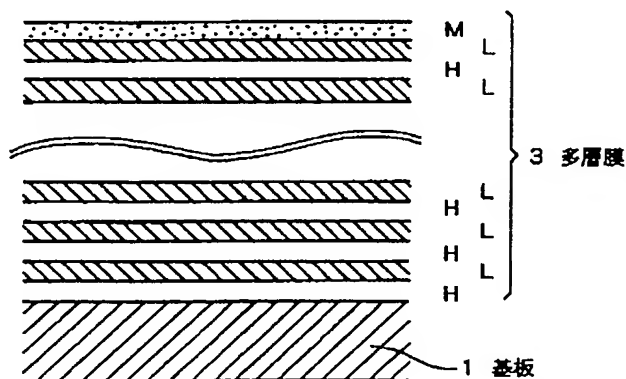
(54) 【発明の名称】 赤外線透過フィルタ及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 赤外線透過フィルタにおいて、可視光域の光線の透過率の経時変化を防止し、良好な可視光カット及び赤外線透過特性を得る。

【解決手段】 基板1上に、 $a-Si$  (アモルファスシリコン) の高屈折率膜Hと $SiO_2$  の低屈折率膜Lとを交互に積層して多層膜3を形成する。また、最外層は $a-Si$  層に替えて中間屈折率を持つ $Ta_2O_5$  の金属酸化膜Mとする。

本発明の実施例1の構成



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に高屈折率膜と低屈折率膜とを交互に積層して多層膜構造とし、且つ最外層にそれらの中間屈折率を持つ金属酸化膜を設けたことを特徴とする赤外線透過フィルタ。

【請求項2】 基板上に高屈折率膜と低屈折率膜とを交互に積層して多層膜構造とし、且つ最外層及び該最外層から3層目にそれらの中間屈折率を持つ金属酸化膜を設けたことを特徴とする赤外線透過フィルタ。

【請求項3】 最外層の金属酸化膜は略1.9～2.4の屈折率を有していることを特徴とする請求項1または2記載の赤外線透過フィルタ。

【請求項4】 最外層の金属酸化膜は透過光の500～800nmの中心波長入に対して1/4入～3/2入の光学膜厚を有していることを特徴とする請求項1ないし3何れか記載の赤外線透過フィルタ。

【請求項5】 最外層から3層目の金属酸化膜は透過光の500～800nmの中心波長に対して入～2入の光学膜厚を有していることを特徴とする請求項2ないし4記載の赤外線透過フィルタ。

【請求項6】 基板上に高屈折率膜と低屈折率膜とを交互に積層して多層膜を形成し、且つ最外層にそれらの中間屈折率を持つ金属酸化膜を形成するようにしたことを特徴とする赤外線透過フィルタの製造方法。

【請求項7】 基板上に高屈折率膜と低屈折率膜とを交互に積層して多層膜を形成し、且つ最外層及び該最外層から3層目にそれらの中間屈折率を持つ金属酸化膜を形成するようにしたことを特徴とする赤外線透過フィルタの製造方法。

【請求項8】 最外層の金属酸化膜は略1.9～2.4の屈折率を有した金属酸化物で形成するようにしたことを特徴とする請求項6または7記載の赤外線透過フィルタの製造方法。

【請求項9】 最外層の金属酸化膜は透過光の500～

800nmの中心波長入に対して1/4入～3/2入の光学膜厚を有した金属酸化物で形成するようにしたことを特徴とする請求項6ないし8何れか記載の赤外線透過フィルタの製造方法。

【請求項10】 最外層から3層目の金属酸化膜は透過光の500～800nmの中心波長に対して入～2入の光学膜厚を有した金属酸化物で形成するようにしたことを特徴とする請求項7ないし9記載の赤外線透過フィルタの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ナイトビジョン用の赤外線照射ランプや可視光カットフィルタなどに使用される赤外線透過フィルタ及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図8は、この種の従来の可視光カットフィルタの断面構造を示す図である。このフィルタは、ガラス、セラミック等の基板1上に高屈折率膜Hと低屈折率膜Lとを交互に積層して13層の多層膜2を形成したものである。

【0003】上記多層膜2は、基板1の片面あるいは両面に形成され、基板1に近い方から高屈折率膜Hと低屈折率膜Lが交互に成膜されている。そして、最外層は高屈折率膜Hとなっている。また、高屈折率膜Hにはa-Si（アモルファスシリコン）が用いられ、低屈折率膜LにはSiO<sub>2</sub>が用いられ、成膜方法としてはディップ法、真空蒸着法、スパッタ法、イオンプレーティング法などが一般的である。

【0004】表1に上記従来のフィルタの膜構成を示す。この表1では、各層（1～13）の膜材料、屈折率及び光学膜厚（nm）を示している。

【0005】

【表1】

従来の可視光カットフィルタの膜構成

層番号	膜材料	屈折率	光学膜厚 (nm)
1	a-Si	3.4	71.3
2	SiO <sub>2</sub>	1.46	142.5
3	a-Si	3.4	142.5
4	SiO <sub>2</sub>	1.46	142.5
5	a-Si	3.4	142.5
6	SiO <sub>2</sub>	1.46	142.5
7	a-Si	3.4	142.5
8	SiO <sub>2</sub>	1.46	142.5
9	a-Si	3.4	142.5
10	SiO <sub>2</sub>	1.46	142.5
11	a-Si	3.4	142.5
12	SiO <sub>2</sub>	1.46	142.5
13	a-Si	3.4	71.3

【0006】また、図2に透過率特性結果を示す。図に示すように、波長800～1400nmの赤外線を通す90%透過し、それ以下の波長の可視光線がカットされている。

【0007】図10は赤外線照射ハロゲンランプの概略構造を示す図であり、光源11を囲っているガラス管12に上記構成のフィルタが使用されている。図11は赤外線透過フィルタ13を示し、その断面構造が上記の多層膜構造となっている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のような従来の赤外線透過フィルタにあっては、最外層がa-Siの高屈折率膜であり、経時変化により自然酸化膜が形成されてしまう。特にランプでは、高温になるために酸化膜が形成され易く、これが原因となって可視光が透過してしまうという問題点があった。

【0009】本発明は、上記のような問題点に着目してなされたもので、可視光域の光線の透過率の経時変化を防止でき、安定した可視光カット及び良好な赤外線透過特性が得られる赤外線透過フィルタ及びその製造方法を提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明に係る赤外線透過フィルタ及びその製造方法は、次のように構成したものである。

【0011】(1) 基板上に高屈折率膜と低屈折率膜とを交互に積層して多層膜構造とし、且つ最外層にそれらの中間屈折率を持つ金属酸化膜を設けた。

【0012】(2) 基板上に高屈折率膜と低屈折率膜とを交互に積層して多層膜構造とし、且つ最外層及び該最外層から3層目にそれらの中間屈折率を持つ金属酸化膜を設けた。

【0013】(3) 上記(1)または(2)の構成にお

いて、最外層の金属酸化膜は略1.9～2.4の屈折率を有するようにした。

【0014】(4) 上記(1)ないし(3)何れかの構成において、最外層の金属酸化膜は透過光の500～800nmの中心波長入に対して1/4入～3/2入の光学膜厚を有するようにした。

【0015】(5) 上記(2)ないし(4)何れかの構成において、最外層から3層目の金属酸化膜は透過光の500～800nmの中心波長に対して入～2入の光学膜厚を有するようにした。

【0016】(6) 基板上に高屈折率膜と低屈折率膜とを交互に積層して多層膜を形成し、且つ最外層にそれらの中間屈折率を持つ金属酸化膜を形成するようにした。

【0017】(7) 基板上に高屈折率膜と低屈折率膜とを交互に積層して多層膜を形成し、且つ最外層及び該最外層から3層目にそれらの中間屈折率を持つ金属酸化膜を形成するようにした。

【0018】(8) 上記(6)または(7)の構成において、最外層の金属酸化膜は略1.9～2.4の屈折率を有した金属酸化物で形成するようにした。

【0019】(9) 上記(6)ないし(8)何れかの構成において、最外層の金属酸化膜は透過光の500～800nmの中心波長入に対して1/4入～3/2入の光学膜厚を有した金属酸化物で形成するようにした。

【0020】(10) 上記(7)ないし(9)何れかの構成において、最外層から3層目の金属酸化膜は透過光の500～800nmの中心波長に対して入～2入の光学膜厚を有した金属酸化物で形成するようにした。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面について説明する。

【0022】(実施例1) 図1は本発明の実施例1の構成を示す断面図であり、図10に示す赤外線照射ハロゲ

ランプのガラス管の断面、若しくは図11に示す赤外線透過フィルム（可視光カットフィルタ）などの断面の構造を示している。

【0023】本実施例のフィルタは、ガラスやセラミックなどの基板1上に高屈折率膜Hと低屈折率膜Lとを交互に積層して13層の多層膜3を形成しており、且つ最外層はそれらの中間の屈折率を持つ金属酸化物で成膜した金属酸化膜Mとなっている。また、金属酸化膜Mは略1.9～2.4の屈折率を持ち、光学膜厚は透過光の500～800nmの中心波長入に対して1/4入～3/2入となっている。

【0024】上記高屈折率膜Hにはa-Siが用いられ、低屈折率膜LにはSiO<sub>2</sub>が用いられている。そして、これらを真空蒸着法により交互に成膜して12層の

多層膜とする。成膜方法としては、他の方法でもよく、ディップ法、スパッタ法、イオンプレーティング法などでも良い。

【0025】また、中間屈折率の金属酸化膜MにはTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>が用いられ、同様に成膜して最外層を形成する。この金属酸化膜Mは、他にTiO<sub>2</sub>、Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZrO<sub>2</sub>、SiN、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZnOでも良く、上記の屈折率であれば利用することができる。このようにして形成された多層膜3の光学膜厚、屈折率を含む膜構成を表2に示す。また、本実施例の透過率特性結果を図2に示す。

【0026】

【表2】

実施例1の膜構成			
層番号	膜材料	屈折率	光学膜厚 (nm)
1	a-Si	3.4	71.3
2	SiO <sub>2</sub>	1.46	142.5
3	a-Si	3.4	142.5
4	SiO <sub>2</sub>	1.46	142.5
5	a-Si	3.4	142.5
6	SiO <sub>2</sub>	1.46	142.5
7	a-Si	3.4	142.5
8	SiO <sub>2</sub>	1.46	142.5
9	a-Si	3.4	142.5
10	SiO <sub>2</sub>	1.46	142.5
11	a-Si	3.4	142.5
12	SiO <sub>2</sub>	1.46	142.5
13	酸化金属	2.1	106.9

【0027】最外層を金属酸化膜Mに置き換えても、波長400～700nmの可視光域の光線は十分にカットされ、しかも800～1400nmの領域の赤外線は略94%透過し、従来と比べて赤外線の透過率が上昇している。この透過率は、金属酸化膜Mの光学膜厚ndを調整することで上昇させることができる。

【0028】表3に上記本実施例の金属酸化膜Mの光学膜厚と従来のa-Siの最外層の光学膜厚を変化させたときの赤外線の平均透過率を示す。また、図3に本実施例の光学膜厚と平均透過率との関係を示す。

【0029】

【表3】

実施例1の光学膜厚と平均透過率との関係

光学膜厚 (1/4λnm)	平均透過率	
	金属酸化膜 (%)	a-Si (%)
0.25	79.65	86.1
0.5	88.4	92.51
0.75	93.6	84.28
1	92.52	69.35
1.25	86.08	55.89
1.5	77.52	46.38
1.75	69.6	40.54
2	63.85	37.66

900～1100nm

λ=570nm

【0030】これらの結果より、金属酸化膜Mを用いた場合、0.75nmの光学膜厚ndで赤外線の透過率が最大になり、従来よりも高い透過率が得られる。更に、従来と比べて、中心波長入に対して1/4入<nd<3/2入であれば透過率が80%以上と高い値が得られ

る。中心波長入は、500～800nmの範囲であるが、400～800nmでも良い。

【0031】(実施例2)図4は本発明の実施例2の構成を示す断面図である。図中、4は図1の多層膜3に相当する多層膜であり、本実施例では最外層と該最外層から3層目とに金属酸化膜Mを設けている。すなわち、基板1の方から11層目のa-Si膜をTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>等の金属酸化膜Mに置き換えている。

【0032】表4に本実施例の膜構成を示す。また、図5に透過率特性結果を示す。

【0033】

【表4】

層番号	膜材料	屈折率	光学膜厚 (nm)
1	a-Si	3.4	71.3
2	SiO <sub>2</sub>	1.46	142.5
3	a-Si	3.4	142.5
4	SiO <sub>2</sub>	1.46	142.5
5	a-Si	3.4	142.5
6	SiO <sub>2</sub>	1.46	142.5
7	a-Si	3.4	142.5
8	SiO <sub>2</sub>	1.46	142.5
9	a-Si	3.4	142.5
10	SiO <sub>2</sub>	1.46	142.5
11	酸化金属	2.1	249.4
12	SiO <sub>2</sub>	1.46	142.5
13	酸化金属	2.1	106.9

実施例2の光学膜厚と平均透過率との関係

11層目	最外層(13層目)		
光学膜厚 (1/4λnm)	0.50(1/4λ)	0.75(1/4λ)	1.0(1/4λ)
	平均透過率 (%)	平均透過率 (%)	平均透過率 (%)
0.25	74.76	64.93	57.66
0.5	74.35	66.91	61.91
0.75	75.59	71.31	69.08
1	78.33	77.79	78.55
1.25	82.13	85.19	87.92
1.5	86.11	91.14	92.95
1.75	89.09	93.1	91.06
2	90.06	90.46	84.1

【0037】これらの結果より、nd1=3/4入のとき赤外線の入射率は最大となる。また、nd1が1/2入、3/4入、1入のときの場合においても1入<nd2<2入であれば75%以上の透過率を得ることができる。このときの中心波長も400～800nmの範囲である。

【0038】以上、本発明の実施例について述べたが、上述のように最外層に金属酸化膜を設けることで、可視光域の入射率の経時変化を防止することができる。図7

【0034】前述の実施例と同様、可視光域の入射率は十分カットされ、赤外線の入射率も略94%と高い値が得られる。

【0035】また実施例1と同様に、本実施例の最外層の光学膜厚nd1が1/2入、3/4入、1入のとき、11層目の光学膜厚nd2を変化させた場合の入射率を表5に示す。また、11層目の光学膜厚nd2と平均透過率との関係を図6に示す。

【0036】

【表5】

はその経時変化の様子を示したもので、従来例と比べて実施例1では入射率の経時変化は小さいものとなる。実施例2でも同様である。

【0039】表6に真空蒸着装置による吸収膜の成膜条件、表7に同真空蒸着装置によるTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>とSiO<sub>2</sub>の成膜条件をそれぞれ示す。

【0040】

【表6】

真空蒸着装置による吸収膜の成膜条件

吸収膜の種類	蒸着材料	基板温度 (℃)	成膜速度 (Å/s)	雰囲気	到達真空度 (Pa)
a-Si	Si	350 (常温~500)	3(1~8)	水素雰囲気 ( $5 \times 10^{-4}$ ~ $2 \times 10^{-2}$ Pa)	$5 \times 10^{-4}$
poly-Si					

\* poly-Siは、蒸着後、700℃×4h(大気中)の条件でアニールしてpoly化する必要がある。

【0041】

【表7】

真空蒸着装置によるTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>とSiO<sub>2</sub>の成膜条件

膜種類	基板温度 (℃)	成膜速度 (Å/s)	酸素分圧 (Pa)	到達真空度 (Pa)
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	350 (常温~500)	10(1~10)	0.03(0.01~0.06)	$5 \times 10^{-4}$
SiO <sub>2</sub>		10(1~15)	無酸素( $5 \times 10^{-4}$ ~ $5 \times 10^{-3}$ )	

\* ( )内の条件でも成膜可能である。

【0042】成膜条件としては、 $2.0 \times 10^{-4}$  Paの雰囲気で行い、成膜速度はSiが1.0 Å/S、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>及びSiO<sub>2</sub>は共に8.0 Å/Sである。また、基板温度は350℃で行い、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>の成膜時の酸素分圧は0.05 Paとなる。

【0043】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、可視光域の光線の透過率の経時変化を防止でき、安定した可視光カット及び良好な赤外線透過特性が得られるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例1の構成を示す断面図

【図2】 実施例1の透過率特性結果を示す図

【図3】 実施例1の光学膜厚と平均透過率との関係を示す図

【図4】 本発明の実施例2の構成を示す断面図

【図5】 実施例2の透過率特性結果を示す図

【図6】 実施例2の光学膜厚と平均透過率との関係を示す図

【図7】 可視光領域の透過率の経時変化を示す図

【図8】 従来例の構成を示す断面図

【図9】 従来の可視光カットフィルタの透過率特性を示す図

【図10】 赤外線ランプの構造を示す断面図

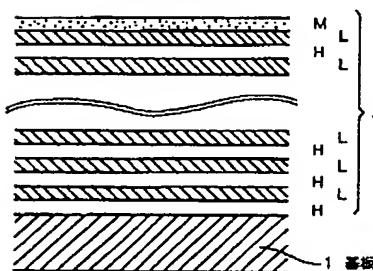
【図11】 赤外線透過フィルタを示す斜視図

【符号の説明】

- 1 基板
- 3 多層膜
- 4 多層膜
- H 高屈折率膜
- L 低屈折率膜
- M 金属酸化膜

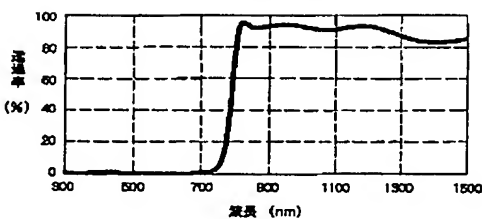
【図1】

本発明の実施例1の構成



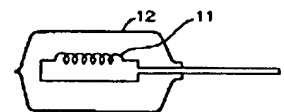
【図2】

実施例1の透過率特性



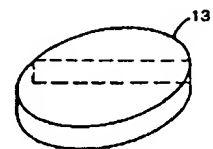
【図10】

赤外線ランプの構造



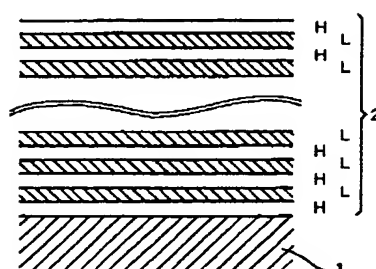
【図11】

フィルタ



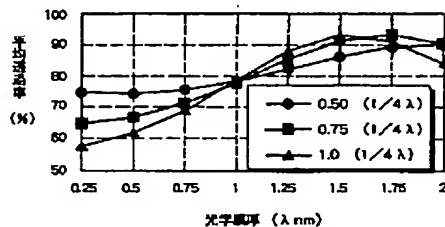
【図8】

### 従来例の構成



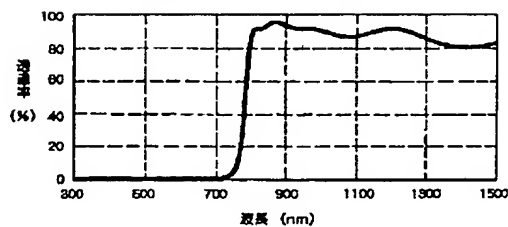
【图6】

図 2 例 2 の光学厚と平均透過率との関係



【図9】

従来の可視光カットフィルタの透過率特性





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**